Kritik über die Anwendbarkeit und Wirkungsweise der zur schmerzlosen Behandlung des Dentins angewandten Mittel

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde

vorgelegt der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen

von

Ilse Müller

Zahnärztin aus Münchberg Ofr.

Carl Nieft, Buchdruckerei und Verlag, Bleicherode am Harz

1937

Referent: Professor Dr. Christian Greve
Dekan: Geheimrat Professor Dr. Jamin

Tag der mündlichen Prüfung: 12. 11. 1936.

Diese Dissertation ist gleichzeitig als Broschüre
im Verlag Carl Nieft, Bleicherode a. H. erschienen.

Disposition

Wenn die Schmelzdecke eines gesunden Zahnes durch irgendwelche Umstände verloren gegangen ist, so kann man zu Beginn des Defektes eine normale Sensibilität des Dentins feststellen. Die normale Empfindlichkeit macht aber bald einer Hyperästhesie Platz, wenn das freiliegende Dentin einige Zeit lang äußeren Reizen unterliegt. Solche schädlichen Agentien können sein: Hitze und Kälte, (thermische) süße Speisen und Getränke, Mundflüssigkeit, (chemische) scheuernde Prothesenklammern (mechanische). Die Empfindlichkeit des freiliegenden Dentins steigert sich, wenn es immer wieder aufs neue gereizt wird.

Dies ist namentlich der Fall in den verschiedenen Stadien des pathologisch veränderten Dentins. Im ersteren Falle spricht man von sensiblem Dentin in physiologischem Sinne, im letzteren von pathologischer Überempfindlichkeit. Die Grenzen sind nicht immer deutlich. Als Ursache der Empfindlichkeit nimmt man die Reizbarkeit der Protoplasmafortsätze der Odontoblasten oder auch der Nerven, die zwischen den Zahnbeinröhrchen endigen, an. Die Pulpa selbst braucht dabei zunächst keine histologischen Veränderungen aufzuweisen. In späteren Stadien können die von außen kommenden Schädigungen Hyperämie und Entzündung hervorrufen.

Häufig kann man aber die Erfahrung machen, daß unter gleichen Bedingungen bei dem einen Patienten eine Überempfindlichkeit des Zahnbeines vorhanden ist, bei dem anderen nicht oder ganz gering. Die Hyperästhesie des Dentins scheint also nicht nur eine lokale Erscheinung zu sein, sondern eine allgemeine Sensibilitätssteigerung infolge der schädigenden Reize. Diese kommen in besonderen Fällen nicht nur von außen. Zum Beispiel findet man häufig eine starke Hyperästhesie des Zahnbeines bei Schwangerschaft, Uterusleiden, Sklerose, Hysterie, aber auch bei Männern und Frauen, deren Nervensystem durch mannigfache Erregungen sehr sensibel geworden ist.

Die Frage, welcher Art das schmerzleitende Element im Dentin ist, war Jahrelang ein Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung und des

wissenschaftlichen Streites. Sind es Nervenfasern, die im Dentin verlaufen und den Reiz der Pulpa übermitteln, oder ist das Protoplasma der Odontoblastenfortsätze der Träger der Empfindungen? Es entstanden zwei Theorien, nach denen sich die Autoren in Gruppen spalteten. Die erste Gruppe: Waldeyer (1880) Walkhoff, Kölliker, Black, Tomes, Prinz, Gysi (um 1895) behaupten, daß die Odontoblastenfortsätze die Reize aufnehmen und weiterleiten an die Odontoblasten, die ihrerseits wieder durch Nervenfasern mit der Pulpa in Verbindung stehen. Sie lehnen eine Innervierung des Dentins ab. Die zweite Gruppe: Boll (1868), Retzius (1892), Morgenstern (1896), Mummery, Fritsch, Dependorf, Dürkheim, Dieck (1912), Münch (1927) und neuerdings der Japaner Tojoda behaupten, daß durch sensible Nervenfasern die Reize aufgenommen werden, und zwar sollen dieselben nicht nur bis an die Odontoblasten gehen, sondern zwischen sie hindurch in das Dentin eintreten und erst in der Nähe des Schmelzes bezw. Zementes endigen. Durch den endgültigen Nachweis von Nervenfasern im Dentin durch Tojoda, scheint jetzt die seit Jahrzehnten bestehende Streitfrage geklärt zu sein. Die auf das Dentin einwirkenden Reize können demnach die sensiblen Nervenendigungen, denen man sogar eigenartige Endelemente zuschreibt, direkt erregen. Dabei dürfte es keineswegs ausgeschlossen sein, daß auch auf dem Wege über die protoplasmatische Substanz Reize fortgeleitet werden; denn die bisher nachgewiesenen Nervenendigungen treten nicht gerade allzu reichlich zwischen die Dentinröhrchen.

Die pathologische Bedeutung des sensiblen Dentins, die zweifelsohne mit den kariösen Vorgängen im Zusammenhang steht, aber deshalb nicht genügend aufgeklärt war, weil die protoplasmatischen Elemente des Zahnbeines durch die Karies in ihren vitalen Eigenschaften herabgesetzt werden, finden durch den Nachweis der Existenz von wirklichen sensiblen Nervenfasern im Dentin eine bessere Erklärung.

Bei tiefgehender Karies werden die Nerven der Zahnpulpa erregt. Für das sensible sowohl als auch für das überempfindliche Dentin ist dagegen besonders eigentümlich, daß bei jeder Berührung mit irgendeinem Gegenstande oder einem chemischen Mittel, sofort ein heftiger Schmerz ausgelöst wird, der sich bei manchen Patienten bis zur Unerträglichkeit steigern kann. Nach Beseitigung des Reizes hört der Schmerz unmittelbar auf. Nur bei pathologischer Überempfindlichkeit kann er noch eine zeitlang andauern. Besonders unangenehm ist die Dentinempfindlichkeit beim Ausbohren der Zähne zwecks Beseitigung des kariösen Dentins vor dem Legen einer Füllung.

Die Beseitigung oder zum mindesten die Herabminderung dieses Schmerzes ist die Sorge der Zahnärzte und der Wunsch der Patienten von jeher gewesen.

Zahllose Methoden sind ersonnen und noch mehr Mittel zur Dentinanästhesie empfohlen worden. Ein Teil davon hat sich längst als wirkungslos, ein anderer Teil als schädlich erwiesen. Es muß aber betont werden, daß die angewandten Mittel und Methoden den behandelten Zähnen vielfach keinen Nachteil gebracht haben. Einige Methoden wurden verlassen, weil sie zu zeitraubend waren, ohne daß ihre Unbrauchbarkeit erwiesen wurde. Vielfach wurde die Anwendung gewisser Mittel beiseite gelassen, weil die Wirkung unvollkommen war. Es muß auch gesagt werden, daß bei manchen Methoden die experimentellen Unterlagen fehlten.

Im Folgenden soll der Versuch unternommen werden, von den hauptsächlich geübten Methoden und angewandten Mitteln zur Dentinanästhesie eine kritische, geschichtliche Übersicht zu geben.

Es soll dabei festgestellt werden, warum der Erfolg ausblieb und welche Erwartungen man unter Berücksichtigung der eben erwähnten histologischen Tatsachen an die heute gebrauchten Mittel knüpfen kann.

In dem ersten Abschnitt will ich kurz diejenigen Mittel besprechen, die zwar auch zur Bekämpfung der Hyperästhesie des Dentins angewandt werden, aber doch nicht zu den eigentlichen Dentinanästhetikas gehören: Das sind Narkose, Infiltrationsanästhesie und Sedativa.

Das unschädlichste Narkosemittel für zahnärztliche Zwecke ist das S t i c k o x y d u l, in seiner berauschenden Wirkung 1799 von Davy beobachtet, praktisch angewandt von Zahnarzt Wells 1844. Die Vollnarkose mit demselben ist unbequem. Doch hat man einen gewissen pränarkotischen Zustand, nämlich den der Analgesie sich zunutze zu machen gewußt, um Zähne schmerzlos ausbohren zu können. Zu diesem Zweck hat die Firma Stiefenhofer-München einen Apparat in den Handel gebracht, mit dessen Hilfe der Patient in ein analgetisches Stadium gebracht wird. Die Einrichtung ist eine derartige, daß durch eine dosierte Einatmung des Lachgases das Exitationsstadium oder gar die Narkose nicht eintreten kann, da der Patient genügend Frischluft mit einatmet. Nach 2—4 Minuten tritt die Analgesie ein. Das Bewußtsein bleibt erhalten, die Schmerzempfindung ist aufgehoben. Kontraindiziert ist diese Methode bei Kindern, bei Patienten mit behinderter Nasenatmung, bei solchen, die schon mehrere Narkosen durchgemacht haben und schließlich bei nervösen und hysterischen Menschen.

Diese Methode hat sich jedoch nicht recht einführen können. Der Apparat ist umständlich und unbequem und vor allen Dingen auch teuer. Meistens lehnen die Patienten eine Narkose, wenn sie lediglich für die Unempfindlichmachung des Dentins angewandt werden soll, rundweg ab und mit Recht.

Die Anästhesierung des Dentins hat man, wie für einen chirurgischen Eingriff, mit der submukösen Infiltration versucht. Sie soll aber nicht immer den gewünschten Erfolg haben. Man hat bei vielen Fällen beobachten können, daß das Dentin trotz der Injektion immer noch schmerzhaft reagierte, während die Extraktion vollkommen schmerzlos vor sich ging. Die Anästhesie scheint demnach doch nicht bis in die allerfeinsten Nervenverästelungen im Dentin vorzudringen. Es gibt aber auch Fälle, wo bei der Injektion zwecks Dentinanästhesie durchaus der gewünschte Erfolg eintritt. Ich selbst lasse mir keine Zahnbeinhöhle ohne Injektionsanästhesie präparieren; ich konnte an mir selbst nur die beste Wirkung beobachten. Immerhin bedeutet die Injektion einer anästhesierenden Flüssigkeit einen mehr oder minder tiefen Eingriff in den Stoffwechsel des betroffenen Gewebes. Deshalb soll die Lösung möglichst dem chemischen Verhalten der Gewebsflüssigkeit angepaßt werden. Fischer empfiehlt die frisch angesetzte sterile, körperwarme, isotonische und isoionische Novokain-Suprareninlösung als die beste. Der Anteil Suprarenin soll von der käuflichen Lösung 1 : 1000 nur 1 — 2 Tropfen auf 10 ccm Novocainlösung betragen. Eine Schädigung der Pulpa tritt durch die Injektionsanästhesie, wenn sie richtig gemacht ist, nicht ein (Euler, Scheff, Demisch). Als ein Nachteil der Injektionsanästhesie kann man anfügen, daß die Kontrolle über die Entfernung der Instrumente von der Pulpa verloren geht. „Wenn wir auch natürlich nicht von dem Grundsatz abweichen, daß alles kariöse Dentin unbedingt entfernt werden muß, so ist es doch nicht von der Hand zu weisen, daß die sensible Pulpa eine alarmierende Station ist, die uns vor allzu brüskem Vorgehen warnt. Diese Sicherung kommt aber beim anästhesierten Zahn ganz in Wegfall". (Peckert).

Ein Mittel, das bereits seit 1927 für die Infiltrationsanästhesie bekannt ist, ist das Panthesin. Spitta hat seit 1 ½ Jahren Panthesin ausprobiert. Eine 0,5 %ige Panthesinlösung ist einer 2 %igen Novokainlösung gleichzusetzen. Auf 1 ccm Panthesinlösung kommt ein halber Tropfen Suprarenin. Die notwendige Menge des Anästhetikums ist geringer als beim Novokain. Seine Wirkung wird verschieden beurteilt. Wesentlich ist seine hyperämisierende Wirkung, die unter Umständen sogar zu einer Aufhebung der anämisierenden Wirkung des Suprarenins führen kann. Vor allen Dingen sollen beim Panthesin keine Parästhesien auftreten. Trotzdem ist aber genügende Tiefenwirkung vorhanden.

Die Sedativa: Morphium, Atropin, Bromural, Veramon, Pyramidon, Melabon usw. bringen bei der Behandlung des sensiblen Dentins so gut wie keinen Erfolg. Sie können höchstens zur Unterstützung herangezogen werden, und bei sehr ängstlichen, nervösen Patienten eine Herabsetzung der allgemeinen Nervenerregbarkeit bewirken.

Ich will nicht weiter auf diese Mittel eingehen, da sie, wie schon gesagt, nicht zu den eigentlichen Dentinanästhetikas gehören. Uns interessieren hier lediglich die Mittel, die das schmerzleitende Gewebe, also das Dentin selbst, beeinflussen.

Zunächst muß man sich einmal darüber klar sein, was von einem guten Dentinanästhetikum überhaupt verlangt werden muß. Walkhoff hat sich viel mit dieser Frage beschäftigt und fünf Forderungen aufgestellt.

1. Das Mittel darf das organische und anorganische Gewebe nicht schädigen.

2. Die Tiefenwirkung muß groß genug sein und in kurzer Zeit erfolgen.

3. Es darf keinen Pulpenreiz und keine Pulpenschädigung ausüben.

4. Während der Anwendung dürfen keine nennenswerten Schmerzen auftreten.

5. Eine Verfärbung darf das Mittel nicht verursachen.

Die Zahl der gebrauchten Mittel ist sehr groß. Wirklich brauchbar sind nur wenige. Wenn auch die nichtbrauchbaren hier erwähnt werden, so geschieht es deswegen, um eine geschichtliche Übersicht zu geben und zu zeigen, wie wenig biologisch in früheren Zeiten gearbeitet wurde.

Ich habe die chemischen Mittel in Ätzmittel, ermüdende Stoffe, lähmende Stoffe, eingeteilt.

Ätzmittel.

Die Säuren sind eiweißfällend und setzen einen Schorf, der einen Grenzwall gegen das tieferliegende Gewebe bildet. Gefährlich sind die wenig konzentrierten Säuren, die keinen Schorf bilden und tief in das Gewebe eindringen; z. B. die arsenige Säure. Sie ist kein Ätzmittel im eigentlichem Sinne, sondern ein Protoplasmagift, das durch seine schnelle Tiefenwirkung die gelähmte Zelle vergiftet. Die Diffusion wird durch Blut und eitriges Sekret nicht gehemmt, verursacht aber bei bereits bestehender Empfindung die Schmerzen, während bei normaler Pulpa solche meistens ausbleiben oder jedenfalls weit geringer sind. — Die arsenige Säure ist 1836 von Spooner in die Zahnheilkunde eingeführt worden. 1864 wird im Dent. Cosm. Nr. 5 die Anwendung des Arseniks zur Behandlung empfindlichen Zahnbeines erwähnt. 1894 berichtet Truemann über einzelne Fälle, in denen er arsenige Säure zur Bekämpfung des sensiblen Zahnbeines anwandte. Er brachte sie in die Kavität und füllte den Zahn ab. Nach über 20 Jahren hat er die so behandelten Zähne wieder untersucht — (die übrigens während der ganzen Zeit völlig reaktionslos waren, natürlich weil die Pulpen nekrotisch geworden

waren und keine Fäulnis hinzugekommen war) — und gefunden, daß die Pulpen abgestorben waren. Man sieht daraus, daß man früher unbedenklich die arsenige Säure zur Dentinanästhesie anwandte und eine lebende Pulpa opferte, wenn auch nicht absichtlich, wenn nur die prompte Wirkung der Dentinanästhesie eintrat.

Die Anwendung der arsenigen Säure zur Dentinanästhesie ist noch lange fortgesetzt worden. Wie lange läßt sich nicht sagen, aber in Vereinsberichten vor 50 Jahren des vorigen Jahrhunderts liest man noch davon. Es ist selbstverständlich, daß diese Methode heute verpönt ist.

Die Karbolsäure hingegen, —bekanntlich auch keine Säure, sondern ein Phenol mit ätzender Eigenschaft, — wird heute noch in konzentrierter Form und vielfach auch warm in die Kavität gebracht, als brauchbares Dentinanästhetikum benützt. Sie setzt einen Schorf und ist von weit geringerer Tiefenwirkung. Sie hat vor den echten Säuren den Vorteil, daß sie die Kalksalze nicht angreift. Schon 1902 wendet Jenkins die kochendheiße Karbolsäure als Dentinanästhetikum an und ist von ihrer Wirkung begeistert. Er versetzt die Karbolsäure noch mit 20 % Kokain, um eine höhere Wirkung zu haben, womit sich sicher Erfolge erzielen lassen.

Chlorphenol ist noch wirksamer als Karbolsäure. Nach Untersuchungen von Peckert tritt eine Schädigung der Pulpen nach Chlorphenol nicht ein. Aber einen großen Nachteil hat sowohl die Karbolsäure als auch das Chlorphenol: Sie haben beide eine viel zu geringe Tiefenwirkung. Selbst nach längeren Einlagen ist die Wirkung nicht ausreichend. Ein verstärktes Ätzmittel ist das

Robinson'sche Mittel. Es besteht zu gleichen Teilen aus Potasche und Karbolsäure. Es wird seit 1885 auch bei Alveolarpyorrhoe angewandt; jedoch weniger als Dentinanästhetikum als zur Ausätzung von Zahnfleischtaschen.

Kreosot ist noch zu erwähnen, weil es weniger gewebsschädigend ist als Karbol. Außerdem wirkt es stärker bakterienschädigend, sodaß bei tiefgehender Karies neben der anästhesierenden Wirkung auch die keimtötende von Wert ist. Doch wird man zu diesem Zwecke sich lieber des wirksamen Bestandteiles des Kreosots, des Guajakols, bedienen. Als reines Dentinanästhetikum findet es heute kaum noch Verwendung.

Chlorzink wurde 1875 von Thomson zur Behandlung des sensiblen Dentins angewandt. (Dent. Cosm. 1878 Juli). Und 10 Jahre später von Kozma als vorzüglich wirkend für die gleichen Zwecke empfohlen. Wir wissen aber heute, daß Chlorzink durchaus kein harmloses Ätzmittel ist. Seine Tiefenwirkung ist unkontrollierbar, da die Ätzwirkung und Wasserentziehung durch seine Affinität zum Eiweiß

sehr groß ist und der Ätzschorf erst im Lauf von 1—2 Wochen abgestoßen wird. Übertragen wir diese Verhältnisse auf das sensible Dentin, dann dürfte es ohne weiteres klar sein, daß Chlorzink als Dentinanästhetikum unbrauchbar ist. Wir sehen das praktisch auch daran, daß die Pulpa nach längeren Einlagen mit Chlorzink abstirbt und ebenso auch nach den früher gebrauchten Chlorzinkfüllungen. Hier ist der Grund darin zu suchen, daß das Chlorzink durch das Zinkoxyd nicht vollständig abgebunden wird. Ein weiteres Ätzmittel ist

Höllenstein (salpetersaures Silber). Er wird 1884 von Scheff in 10 %iger Lösung zur Unempfindlichmachung sensiblen Dentins angewandt. 1885 propagiert Thomson und 1888 Daish die 10 %ige Höllensteinlösung zur Einpinselung empfindlicher Zahnhälse. Höllenstein soll eine gute Desinfektion und Durchdringungsvermögen bei schon erweichtem Dentin besitzen, bei gesundem Dentin aber ein bedeutend schwächeres Eindringungsvermögen haben. Untersuchungen von Preiswerk und Vogelsang ergaben, daß das $AgNO_3$ mit dem Inhalt der Dentinkanälchen eine unlösliche Verbindung eingeht, d. h. mit anderen Worten, daß die Dentinfaser oberflächlich obliteriert. Sie fanden aber auch bei ihren histologischen Untersuchungen, daß die Anwendung des Höllensteines bei nichtatrophischen Pulpen eine Pulpitis mit Gefäßerweiterung und Infiltration hervorrufen konnte, bei atrophischen Pulpen nur eine geringe Hyperämie. Das ist so zu erklären, daß der Höllenstein in die weniger verkalkten Dentinröhrchen tiefer eindringt, als in ältere. Deshalb muß man auch in der Anwendung des Höllensteins bei Milchzähnen vorsichtig sein. Ein weiterer Nachteil ist die Verfärbung des Dentins. Anwendbar ist der Höllenstein nur bei nicht sichtbaren und nicht kariösen Zahnhälsen, die z. B. durch Prothesenklammern entblößt und sehr empfindlich geworden sind. Der Vorteil des Höllensteins ist der, daß er zwar stark, aber nur oberflächlich ätzt. Man kann den Niederschlag des $AgNO_3$ dadurch beschleunigen, daß man das Dentin mit einer konzentrierten Lösung ätzt und durch eine 10 %ige Hydrochinonlösung einen sofortigen Niederschlag hervorruft. Das Verfahren muß meistens einige Male wiederholt werden. Weil, — wie schon gesagt — Höllenstein das Dentin schwarz färbt, hat man versucht, mit anderen Silberpräparaten zu arbeiten. Unter diesen erfreute sich einer gewissen Beliebtheit das

Albargin. Es ist ein Silbernitrat-Gelatinepräparat und kommt in Tablettenform in den Handel. Es soll im Gegensatz zu Höllenstein nicht verfärben. Man kann es trocken in die Kavität bringen und mit wenig Wasser zu Brei verrühren oder mit einem Wattebausch in die Kavität legen. Albargin ist schmerzlos bei der Anwendung und auch geschmacklos. Es wird hauptsächlich bei traumatischen Defekten des Dentins angewandt: abgeschlagenen Schmelzkanten, keilförmigen Defekten, em-

pfindlichen Zahnhälsen und bei der Präparation von Kronen- und Brückenpfeilern vitaler Zähne.

Ein Mittel besonderer Art ist das unter dem Handelsnamen bekannt gewordene

Tiranal. Es wurde von Hermann Schröder 1931 eingeführt, der die härtende Wirkung eines Kieselsäureesters durch Zufall entdeckte. Letzteres ist kein Ätzmittel im Sinne dieses Wortes, sondern dieser Ester hat die Fähigkeit in die Gewebe einzudringen und sie zu härten. Deshalb wird es besonders für sensibles Dentin bei Karies profonda angewandt. Es wirkt eigentlich nicht direkt anästhesierend, sondern nur indirekt. Das Ziel ist die Umwandlung des organischen kariösen Dentins in eine anorganische Masse, die weder von Bakterien noch von Säuren angegriffen werden kann. Tiranal besteht

1. aus Kieselsäureester, der große Diffusionskraft besitzt und bei Berührung mit Säuren und Alkalien in Alkohol und kolloidale Kieselsäure aufgespalten wird.
2. aus einem bakteriziden Desinfektionsmittel, Chloramin,
3. aus leichtlöslichen Harzen.

Nach Schröders Angaben soll die Kavität gut ausgetrocknet werden, dann mit einer Tropfpinzette so viel Tiranal hineingebracht werden, daß nichts ab und überfließt. Eine Benetzung der Schleimhaut ist sorgfältig zu vermeiden, da Tiranal eine starke Tiefenwirkung besitzt. Die Flüssigkeit versickert rasch, die Imprägnierung erfordert 3—4 Minuten. In der nächsten Sitzung findet man das kariöse Zahnbein stark kontrahiert, sodaß man die obersten Massen leicht exkavieren kann, und zwar ohne wesentliche Schmerzen. Die am Grunde der Kavität restierende Schicht ist fest geworden und anorganisiert. Sie braucht nicht entfernt zu werden, denn sie hüllt etwa vorhandene Bakterien ein und bildet eine ausgezeichnete Isolierschicht. Die Applikation des Mittels soll nicht schmerzhaft und die Vitalität der Pulpa soll nicht gefährdet sein. Zu achten ist aber unbedingt bei Anwendung von Tiranal darauf, daß eine geschlossene Dentindecke vorhanden ist und die Pulpa noch gesund ist. Das Tiranal scheint also ein vollkommenes Mittel zu sein und hat dementsprechend viele Autoren interessiert. Davidoff hat die Pulpen auf ihre histologische Beschaffenheit geprüft. Sie zeigten keinerlei Veränderungen, die auf Tiranal zurückzuführen wären. Vonhaus hat viele Fälle von Caries profunda mit Erfolg mit Tiranal behandelt. Triebel verwendet das Mittel ebenfalls zur Imprägnierung von Zahnstümpfen. Münch empfiehlt Tiranal als Unterfüllung unter Silikatfüllungen. Greve findet das Mittel ebenfalls ausgezeichnet. Er sagt aber, ein großer Nachteil wäre, daß sich das Tiranal sehr leicht verflüchtigt. Stark und

Hübner stehen dem Tiranal noch etwas skeptisch, mindestens abwartend gegenüber. Hübner meint, um ganz sicher zu gehen, müßte man 5—6 Jahre abwarten, ehe man beurteilen könne, ob die behandelten Zähne ohne Schaden an der Pulpa davongekommen sind. Dem kann man sicher zustimmen.

Um die Reihe der Ätzmittel zu vervollständigen, muß der Formaldehyd einer eingehenden Besprechung unterzogen werden, wenn er auch vornehmlich als Pulpendevitalisationsmittel in der Zahnheilkunde angewandt wurde und noch wird, so wird er aber auch besonders im Ausgang des 19. Jahrhunderts öfters in der Literatur als ein gutes Dentinanästhetikum gepriesen.

Ein kurzer geschichtlicher Überblick wird nötig sein, um ein Bild über die Formaldehyd-Forschung zu bekommen.

Greve stellt 1889 zunächst einmal richtig, daß das Formalin die 40%ige Lösung des Formaldehyd ist. Als einer der ersten hob Trillat die antiseptische Wirkung des Formaldehyds hervor. Er fand, daß Bouillon mit Milzbrand geimpft, durch Zusatz einer Lösung von Formalin 1 : 25 000 steril bleibt. Über die Wirkung des Formaldehyds auf Weichgewebe, wußten die Anatomen, daß er die Gewebe ohne Schrumpfungserscheinungen konserviert. In der Zahnheilkunde, speziell in der konservierenden, wurde der Formaldehyd von Marion und Lepkowski eingeführt. Bedeutung für den Zahnarzt gewann der Formaldehyd erst in seiner 40%igen Lösung, durch die Untersuchungen von Bönnecken 1910.

Ein jahrzehntelanger Streit entbrannte, ob der Formaldehyd in der Lage sei, die Pulpa dauernd zu schädigen oder nicht. Die eine Gruppe von Autoren wandten den Formaldehyd zur Ausheilung von Pulpitiden, Überkappung amputierter Pulpen oder wie Buckley und Zbinden als Dentinanästhetikum an (auf letztere werde ich später noch ausführlich eingehen). Von all diesen Autoren wird übereinstimmend die sofort eintretende, schmerzstillende Wirkung der Formalinpräparate hervorgehoben. Sie waren sich anscheinend noch nicht über die ätzende und infolgedessen schmerzerzeugende Wirkung des Formaldehyds im klaren. Greve hält ihnen aber bereits schon 1899 entgegen, daß Formalin an und für sich nicht anästhesierend, sondern auch in schwachen Lösungen ätzend und reizend wirkt. Es sind vielmehr die beigemengten Bestandteile Eugenol, Thymol, Karbol, Kreosot usw., die die anästhesierende Wirkung auf das Dentin hervorrufen.

Besonders Marion und Lepkowski waren es, die umfangreiche experimentelle Versuche an Hundezähnen mit Formaldehyd anstellten. Sie sahen auf Grund ihrer Untersuchungen die Wirkung des Formaldehyds

nicht nekrotisierend auf die Pulpa, sondern nur härtend im histologischen Sinne, und stellten außerdem diese Gewebsfixierung nur in der Kronenpulpa fest, die restliche Pulpa war lebend und anscheinend unbeschädigt. Hierauf fußend, meinten sie, eine partielle Pulpitis zur Ausheilung bringen zu können. Aber gleich anfangs fehlte es nicht an Stimmen, die auf die Pulpenschädlichkeit des Formalins hinweisen. An erster Stelle ist Greve 1898, Witzel 1898, Dalma 1899, Bönneckken 1910, Gaini 1924 zu nennen, die Formaldehyd als ein Gewebsgift betrachten und eine Behandlung mit demselben bei beabsichtigter Konservierung der Pulpa, ablehnen. Letztgenannte Autoren haben die Wirkung des Formalins auf die Pulpa genau studiert. Gaini fand, daß sich die anatomischen Schädigungen zuerst im Gefäßsystem, (Hyperämie, Hämorrhagien, Thrombosen usw.) zeigten. Bönnecken stellt fest, Formaldehyd ist ein Protoplasmagift, das zur Koagulation des Zellalbumins, zur Thrombose in den Kapillaren, zur Sistierung des Blutkreislaufes und damit zum Zelltod führt. Greve kommt zu dem gleichen Resultat und bezeichnet Formaldehyd als Gewebsgift, da es Eiweiß fällt und lebende Gewebe nekrotisiert. Deshalb solle man davon abkommen, entzündete und infizierte Pulpen mit Formalin oder Formaldehyd zu behandeln.

Das Gleiche gilt von dem Polymer des Formaldehyds, dem Paraformaldehyd, auch Trioxymethylen genannt. Greve schreibt dem Paraformaldehyd gegenüber der 40 %igen Lösung des Formaldehyds eine abgemilderte Wirkung zu. Merz wies nach, daß die trimäre Form des Formaldehyds, das Paraformaldehyd, einen sehr lockeren Aufbau hat, und leicht depolimerisiert. Damit war auch klar, daß der Paraformaldehyd eine ebenso desinfizierende und das Pulpagewebe koagulierende Wirkung hat, wie der Formaldehyd in reiner Lösung.

Nachdem wir nun die Wirkungsweise des Formaldehyds auf die Pulpa gesehen haben, möchte ich nun auf das Formaldehyd als Dentinanästhetikum zurückkommen. Lepkowksi, Bönnecken und Forsmann fanden schon bei ihren Versuchen über die Wirkungsweise des Formalins seine durch eine Dentinschicht dringende Wirkung.

Unter den formalinhaltigen Mitteln, die zur Bekämpfung des hypersensiblen Dentins empfohlen wurden und häufig angewandt wurden, sei zunächst die Buckley-Paste und Zbinden-Paste angeführt. Demisch hat 1920 seine Ergebnisse veröffentlicht, die er auf Grund eingehender Versuche, sowohl klinischer als auch histologischer Art über die Wirkung beider Pasten auf die menschliche Zahnpulpa angestellt hat.

Die B u c k l e y ' sche Paste besteht aus Neothesin (schmerzstillendes Medikament), Thymol und Trioxymethylen. Nach Buckley wirkt die Paste sehr rasch, indem Neothesin die freiliegenden Zahnbeinfibrillen

unempfindlich macht. Das Thymol imprägniert das erweichte Dentin, das Trioxymethylen macht Formaldehyd frei, welches ins kariöse Dentin eindringt, und sich mit der Gruppe der Amine der Proteide, aus welchen die Zahnbeinfibrillen bestehen, verbindet. Damit ist die Vitalität der Fibrillen im kariösen Dentin zerstört, während das Medikament im gesunden Dentin nicht in gefährliche Tiefe wirken soll. Es wurde empfohlen, die Paste nicht in allen Fällen anzuwenden, sondern nur bei hypersensiblen Dentin.

Diese Ausführungen Buckley's wurden von Prinz in Zweifel gezogen. Die Reizwirkung des Trioxymethylens auf die Pulpa, veranlaßte Buckley, Thymol und Neothesin beizugeben, zur Aufhebung dieser lästigen Nebenerscheinung, was bereits Greve betont hatte, der sagte, daß die Anästhesie nicht auf die Wirkung des Formalins zurückzuführen sei sondern auf die der beigemengten Mittel. Prinz weist nun nach, daß Fälle vorkamen, wo die Pulpa hyperämisch wurde und zuweilen eine bleibende Störung, wenn nicht gar Devitalisation eintrat. Buckley behauptete trotzdem, indem er auf andere Praktiker hinwies, die besten Erfolge mit der Paste gehabt zu haben. Diese sich widerstreitenden Meinungen veranlaßten Demisch, experimentelle Versuche mit dieser Paste auszuführen, um den klinischen und auch histologischen Nachweis zu erbringen, welche Wirkung die Paste auf das Pulpengewebe ausübe. Er kam zu folgendem Ergebnis: Die Untersuchung der mit der Buckley-Paste behandelten Zähne, ergab: Von 22 mit Buckley's Paste behandelten Zähnen zeigten 20 % keine Reaktion auf stärksten elektrischen Reiz, also Tod der Pulpa. 16 % zeigten nach der Behandlung eine veränderte Reaktion der Pulpa gegenüber dem Induktionsstrom im Sinne einer Reizung. Die übrigen Zähne zeigten normale Verhältnisse. Es bestand nicht in allen Fällen eine vollständige Anästhesie des Dentins. Auch waren die Einlagen während der Einwirkungszeit mit Schmerzen verbunden. Die histologische Untersuchung ergab ausgedehnte Nekrosen der Pulpengewebe, die mit dem endgültigen Tod der Pulpa abschlossen.

In ähnlicher Weise wie Buckley hat Zbinden eine Paste zur Erzielung der Anästhesie des Dentins hergestellt, die

Zbinden-Paste. Die genaue Zusammensetzung der Paste war nicht bekannt, da sie Zbinden nicht angeben wollte. Nach Demisch kann aber auf die genaue Zusammensetzung der Paste verzichtet werden, da sie wohl als einzig wirksamen Bestandteil den Formaldehyd enthält. Außerdem ist der Paste Kokain zur Verminderung der Schmerzen beigegeben. Eugenol und ein indifferentes Vehiculum gaben die gewünschte Konsistenz. Je nach Art des Präparates (ob schwach oder stark) kann die Tiefenwirkung reguliert werden. Je tiefer die Kavität, desto stärker die Wirkung des Mittels. Die der Pulpa naheliegenden Stellen sind

durch Zement zu schützen und nur die Ränder mit dem Präparat zu bedecken. Soweit die Angaben Zbinden's selbst über sein Präparat.

Demisch hat nun mit der Zbinden-Paste die gleichen Versuche unternommen, wie mit der Buckley-Paste, und gefunden, daß von den 15 mit Zbinden-Dentinestolpaste behandelten Zähne 20 % keine Reaktion zeigten auf stärksten elektrischen Reiz, also Tod der Pulpa. 20 % zeigten eine Reizung der Pulpa, die übrigen Zähne normale Verhältnisse. Die Einlagen mit Dentinestol waren in 28 % der Fälle schmerzhaft, das nachträgliche Exkavieren des Dentins in 47 % der Fälle schmerzhaft. Die histologischen Untersuchungen ergaben ausgedehnte Nekrosen der Pulpen, genau wie bei der Buckley-Paste.

In neuerer Zeit ist ein schwedisches Präparat herausgekommen, das den geschützten Namen

„Dentamo" trägt. Es enthält ebenfalls als Hauptbestandteil Formaldehyd. Die genaue chemische Zusammensetzung ist nach Angabe des Herstellers Andresen-Oslo wie folgt: Das Präparat besteht aus einem Pulver und einer Paste. Das Pulver ist Zincum oxydatum ponderosum, die Paste besteht zu 50 % aus Formyleugenol und Oleum Caryophyllorum, die anderen 50 % aus Alumen ustum pulv. Das Formyleugenol soll ein Kondensationsprodukt des Formaldehyds und des Eugenols sein, das durch Erhitzen beider Bestandteile entsteht. Der wirksame Bestandteil des Präparates ist also wieder einmal Formaldehyd! Andresen will nun die unangenehme Wirkungskomponente des Formaldehyds durch Zusatz von Ol.Caryoph. antagonistisch günstig beeinflussen. In Anbetracht der Zusammensetzung des Präparates, es enthält ja noch zu 50 % Alumen ustum, scheint es zu mindestens sehr zweifelhaft, daß es Andresen gelungen sein sollte, derartige gewebszerstörende Wirkungen auf die Pulpa sowohl des Formaldehyds als auch des Alauns zu beheben. Hampe hat nun das Präparat als Dentinanästhetikum ausprobiert und seine Wirkung auf Dentin und Pulpa vermittels des Bois-Reymond'schen Schlittenapparates untersucht. Er kam zu dem Ergebnis, daß die Sensibilität des Dentins in 60 % der Fälle gesunken war. Eine Tiefenwirkung war zweifellos vorhanden, da in 90 % aller Fälle ein schmerzloses Exkavieren der Kavität möglich war. Es besteht demnach zweifellos die Möglichkeit, einer Schädigung der Pulpa, die Hampe aber klinisch nicht mehr mit dem Bois-Reymond'schen Schlittenapparat nachweisen konnte. Es hätte nun noch eine histologische Untersuchung der Pulpen stattfinden müssen, was aber leider unterblieben ist. Eine Kritik erübrigt sich, da wir einmal genügend von der Wirkungsweise des Formaldehyds unterrichtet sind, zum andern, weil das Präparat auch zur Pulpendevitalisation verwandt wird!

Die Lewin'sche (Payne) Paste, welche aus drei Teilen Paraformaldehyd, zwei Teilen Orthoform, 1/4 Teil Thymol, die übrigen Teile Paraffin, besteht, möchte ich noch kurz erwähnen, um damit die Reihe der formalinhaltigen Mittel zu vervollständigen. Auch hier möchte ich mir die Kritik schenken, da ich mich nur immer wiederholen würde. Das Gleiche gilt vom Trikresol-Formalin. Ich möchte diesen Abschnitt mit den Worten Greves beschließen: „Im Allgemeinen ist es bekannt, daß das Formalin ein Gefäß- und Protoplasmagift ist, deswegen ist die Anwendung bei lebendem Gewebe (sensibles Dentin: Trikresolformalin) unstatthaft".

Zusammenfassend ist von den Ätzmitteln zu sagen, daß sie entweder eine zu geringe Tiefenwirkung, d. h. eine viel zu oberflächliche Anästhesie herbeiführen oder aber eine zu große Tiefenwirkung haben und schädigend auf die Pulpa wirken. Die formalinhaltigen Präparate, ebenso die arsenhaltigen fallen für die Dentinanästhesie natürlich vollständig aus, aus Gründen, wie ich sie bei den betreffenden Mitteln ausführlich beschrieben habe. Am brauchbarsten und am wenigsten schädlich scheint die Karbolsäure und vor allem das Tiranal zu sein. —

Nachdem wir nun gesehen haben, daß der Anwendung der Ätzmittel zur Dentinanästhesie große Bedenken entgegenstehen, und bevor ich mich zu einer anderen Gruppe, den sog. ermüdenden Stoffen zuwende, möchte ich hier noch die ätherischen Öle einschieben. Allgemein ist von den

ätherischen Ölen zu sagen, daß sie eher als Reizmittel, denn als Heilmittel dienen. Desinfektionskraft ist wohl vorhanden, aber sehr gering (Greve). Nach Winternitz haben ätherische Öle, die ins Blut resorbiert werden die Wirkung, an entzündeten Stellen die Bildung von Exsudaten einzuschränken. So ist die Wirkung von Eugenol und ähnlichen Einlagen bei beginnender Pulpitis zu erklären. Es fragt sich nur, ob diese Wirkung auch bei nur bloßliegendem Dentin in Frage kommt.

Die ätherischen Öle gehören nicht zu einer bestimmten chemischen Gruppe. Die meisten sind Kohlenwasserstoffe und stellen die sog. Terpene dar; andere sind oxygenierte aromatische Körper oder ein Gemisch dieser mit Terpenen. Im allgemeinen kann man sagen, daß die flüchtigen Öle Terpene, Kampfer und Säuren enthalten.

Die Terpene rufen Reizung hervor. Protrohierte Einlagen von Nelken-, Eukalyptus, Zimmtöl u. a. rufen Reizung der Pulpa hervor, auch Atrophie, wenn sie tiefer dringen. Deshalb sollte man sie nicht auf die Pulpa aber auch nicht auf das Dentin bringen.

Für die Dentinanästhesie wurden und werden nur die ätherischen Öle angewandt, die zur Gruppe der Phenole gehören, denn nur diese haben eine schmerzstillende Wirkung. Dazu gehören: Thymol, Carvacrol,

Eugenol, Guajacol. Aber sie sind allein angewandt doch keine idealen Dentinanästhetika wegen ihrer viel zu geringen Tiefenwirkung. Um 1900 sind sie gern zu diesem Zweck angewandt worden, z. B. das Menthol (ein Kampher) und vor allem das Thymol haben sich einer großen Beliebtheit erfreut. (Mahé 1900). Heute werden die ätherischen Öle kaum noch allein als Dentinanästhetika angewandt, sondern meistens in Verbindung mit einem anderen wirksamen Medikament.

Präparate für die Dentinanästhesie, die in der Hauptsache aus ätherischen Ölen bestehen, sind

Rahinol, eine Lösung verschiedener ätherischer Öle. Nach Untersuchung des Erlanger Institutes für angewandte Chemie enthält das Mittel außerdem noch Bromoform, welches ein starkes Protoplasmagift ist (Greve).

Das Hartmann'sche Mittel, ein Gemisch aus Thymol 12,5, Alkohol 10, Äther 10. Greve verwendet dieses Mittel, und ist mit seiner Wirkung zufrieden. Dem Alkohol und Äther kommt wahrscheinlich die Aufgabe zu, durch seine wasserentziehende Wirkung die Protoplasmafortsätze in den Dentinkanälchen für die Aufnahme des Thymols vorzubereiten. Das Thymol, welches, wie schon gesagt, zur Gruppe der Phenole gehört, und somit schmerzstillende Wirkung hat, wirkt dann in diesem Sinne auf die Protoplasmafortsätze ein. Pulpaschädlich ist das Mittel wahrscheinlich nicht, denn dazu hat das Thymol eine zu geringe Tiefenwirkung.

Abschließend möchte ich bemerken, daß die ätherischen Öle, wie schon gesagt, wegen ihrer geringen Tiefenwirkung selten allein als Dentinanästhetika gebraucht werden. Das brauchbarste Mittel hiervon ist das Hartmann'sche Mittel. -- Nun möchte ich mich der nächsten großen Gruppe zuwenden, die sich die Zahnheilkunde zur Anästhesierung des Dentins nutzbar gemacht hat:

Die „ermüdenden" Stoffe.

Sie werden physiologisch nach einer starken Erregung der Muskeln und Nerven im Gewebe abgelagert. Es tritt ein Zustand extremer Erschöpfung des Energievorrates der betreffenden Organe ein und eine Anästhesie der nervösen Elemente (Peckert). Auf das Dentin angewendet: Die Stoffe sollen zu einer extremen Erschöpfung des Protoplasmas führen und so anästhesierend auf die nervösen Elemente des Zahnbeins wirken.

Nach Sarmoff sollen diese Stoffe zur Imprägnation des Dentins folgende Eigenschaften haben:

1. Eine große Diffusionsfähigkeit.
2. Eine ermüdende und darauf folgende lähmende Wirkung.
3. Reversible Gewebswirkung.

Von Walkhoff werden die Milchsäure, Kohlensäure, die Natrium- und Kaliumsalze der Kohlen- und Phosphorsäuren empfohlen, die in Verbindung mit geeigneten Zusatzmitteln eine schnell einsetzende, aber kurz andauernde Wirkung haben sollen.

Bereits 1891 hat Miller seinen Patienten verordnet, mehrere Tage oder Wochen lang vor dem Schlafengehen zur Bekämpfung des überempfindlichen Dentins etwas kohlensaures Natron auf die schmerzhafte Stelle zu bringen und dort liegen zu lassen, bis es zerfließt; oder auch 2—3 Eßlöffel voll täglich Philipps Magnesiamilch in den Mund zu nehmen und einige Zeit auf die empfindliche Stelle einwirken zu lassen. Miller hat auf diese Weise eine gewisse Schmerzlosigkeit hervorrufen können, doch ist die Anwendung sehr unbequem, und oft kaum durchführbar.

Die Alkalien müssen demnach eine besondere Fähigkeit haben, schmerzstillend zu wirken. Das ist ihre große Imbibitionsfähigkeit bei Berührung mit dem Protoplasma. Man erzielt in Sekunden bereits eine Anästhesie, die allerdings nur von kurzer Dauer und nicht allzu großer Tiefe ist. Sollen die Alkalien mit Erfolg angewandt werden, so müssen sie mit geeigneten Lösungsmitteln versehen werden; d. h. solchen, die den osmotischen Vorgang beschleunigen, stark wasserentziehend wirken und schnell in das Gewebe eindringen, um den Austausch der verschiedenen Flüssigkeiten hervorrufen. Diese Lösungsmittel sind Glyzerin — und Zuckerlösung. — Wir wenden uns zuerst der Kohlensäure zu. Die Anästhesierung des Dentins durch die

K o h l e n s ä u r e ist schon uralt. Im Jahre 50 n. Chr. wandte Dioscorides „den Stein von Memphis" als Anästhetikum an. Er pulverisierte eine Art Kalkstein und rührte dann mit Essig zu einem Brei an. Der Brei wurde einige Zeit zwecks Anästhesierung auf die zu operierende Hautpartie gelegt. Man vermutet, daß die dabei freiwerdende Kohlensäure die Anästhesie verursachte.

Bauchwitz ist einer der ersten, der die Kohlensäureanästhesie für die Zahnheilkunde empfahl. Er stützte sich auf die hohe Diffusionsgeschwindigkeit und die hygroskopische Wirkung der Kohlensäure. Sie durchdringt rasch die Dentinkanälchen und entzieht ebenso rasch den Odontoplastenfortsätzen Wasser. Dadurch tritt eine Schwächung der reizleitenden Elemente ein. Bauchwitz konstruierte nun einen komplizierten Apparat, um die Kohlensäure für unsere Zwecke damit wirksam zu machen. Ebenso Walkhoff und Albrecht. Auf die Apparate will ich aber nicht näher

eingehen, weil sie in der modernen Praxis nicht mehr gebraucht werden. Eine Verbesserung dieser Apparate ist der

Carboflux von Weski. In dem Apparat wird die Kohlensäure unter einem Druck von ½ bis 1 Atmosphäre der Heizkammer zugeführt. Die Heizpatrone erwärmt in 3 Sekunden den Gasstrom. Man bestreicht das Dentin 2 × 15 Sekunden mit dem kontinuierlichen Kohlensäurestrahl und erhält eine vollkommene Anästhesie. In 200 Fällen hatte Adler nur zwei Versager beobachtet. Die Pulpen der so behandelten Zähne wurden mit dem Induktionsstrom untersucht, sie ergaben aber keine Irritationen. Nach Adler soll das Verfahren mit dem Carboflux eines der sichersten und besten auf dem Gebiete der Dentinanästhesie sein.

Aber trotzdem hat sich die Anästhesie des Dentins mit Kohlensäure, vermittels dieser Apparate nicht einzuführen vermocht, weil diese Apparate alle viel zu kompliziert und umständlich sind und große Geduld von Seiten des Arztes als auch des Patienten erfordern.

Wir wollen uns jetzt den anderen ermüdenden Stoffen, den Natrium- und Kaliumsalzen der Kohlen- und Phosphorsäuren zuwenden. Schon im Jahre 1872 hält Chupein die gute Austrocknung der Zahnbeinhöhle und Wasserentzug durch Kalksalze für das sicherste Verfahren einer Dentinanästhesie. Ihm schließen sich Brockway (1878), Calvo (1884) an. Mittel, die aus Alkalien und den geeigneten Lösungsmitteln (Glyzerin- und Zuckerlösung) bestehen, wie sie heute noch angewandt werden zur Dentinanästhesie, sind:

1. Eudentol. Es ist ein Gemisch von Glyzerin, kohlensaurem Kali und etwas Zucker. Diese Paste verursacht auf das empfindliche Dentin gebracht, durch seine plötzliche und starke wasserentziehende Wirkung, große Schmerzen (Weise).
2. Natrium-bicarbonicum-Glyzerinlösung: Sarmoff hält seine heißgesättigte Natrium-bicarbonicum-Glyzerinlösung für die beste zur Unempfindlichmachung des sensiblen Dentins. Er hat die Lösung an 100 Patienten ausprobiert. In 90 % aller Fälle war der Erfolg gut. Die Applikation erfolgt durch einen mit der Lösung getränkten Wattebausch. Die Dentinanästhesie beruht auf der Lähmung der nervösen Elemente durch die ermüdende Eigenschaft des Natrium-bicarbonicums.
3. Hans Sachs'sche Paste ist ein Anästhetikum, dessen Vorzüge in einfacher Anwendung und absoluter Unschädlichkeit für die Pulpa liegen. Die Zubereitung des Mittels geschieht nach folgendem Rezept:

   Natr. carbon. 5,0
   Kal. carbon. 20,0
   Glyzerini qu. s.

Die Kavität wird gut getrocknet, die Paste eingelegt und unter leichtem Druck mit Guttapercha 5 Minuten verschlossen. Darauf soll ein schmerzloses Bohren in jedem Fall möglich sein.

4. Eufin, ist ein Ester der Kohlensäure mit Äthylalkohol. Es ist eine aromatisch riechende, in Wasser schwer, in Lipoiden leicht lösliche Substanz. Das Mittel wird unter dem Namen Eufin hergestellt. In der Freiburger Klinik sollen gute Erfolge damit erzielt worden sein. Etwaige Versager sollen nicht im Mittel begründet sein, sondern in der individuellen Struktur des Dentins. Mißerfolge über die Greve berichtet hat, hat das Mittel in Vergessenheit geraten lassen.

Nach diesem kurzen Überblick über die ermüdenden Stoffe, bin ich zu der Auffassung gekommen, daß sie für die Dentinanästhesie wenig brauchbar sind. Da sind einmal die umständlichen, zeitraubenden und nicht zuletzt teueren Apparate, wie sie zur Wirksammachung der Kohlensäure angewendet werden müssen, zum anderen die alkalienhaltigen Mittel, welche durch ihre heftige und plötzliche Wasserentziehung bei der Applikation äußerst schmerzhaft sind, sodaß sie für eine Dentinanästhesie als unbrauchbar bezeichnet werden müssen. Am brauchbarsten scheint die Hans Sachs'sche Paste zu sein, wenigstens habe ich in der mir erreichbaren Literatur nichts Nachteiliges finden können.

Nachdem wir nun gesehen haben, wie die ätzenden und ermüdenden Stoffe auf das Dentin wirken und wie weit sie für eine Dentinanästhesie in Frage kommen, möchte ich mich nun der letzten Gruppe der Dentinanästhetika zuwenden, die zu den chemischen Mitteln gehören, das sind die

lähmenden Stoffe.

Gewisse Alkaloide sind starke Protoplasmagifte; von den übrigen, die diese Eigenschaft nicht haben, steht das Kokain oben an (Greve). Das Kokain und seine Ersatzpräparate sind Stoffe, — die im Gegensatz zu den anderen, welche durch Ätzwirkung oder Wasserentzug das Protoplasma verändern, — die rein auf die sensiblen Elemente im Dentin wirken, ohne die organischen Zellen im Dentin zu schädigen. Eine Kontaktapplikation mit Kokain ohne Druck bleibt erfolglos. Denn 1. die Imbibition des Protoplasmas in den Dentinkanälchen ist zu gering. 2. Bei der Endosmose müssen beide Flüssigkeiten derart beschaffen sein, daß sie beide ineinander diffundieren können. (Walkhoff) Aber das lebende Protoplasma absorbiert schlecht Substanzen durch Endosmose. Es ist nämlich erstens das Eiweißmolekül relativ groß und schwer auflösbar und zweitens besitzt es als integrierenden Bestandteil seines Lebens eine vitale Resistenz gegen fremde Substanz (Prinz).

So hat man nun versucht, das Kokain auf verschiedene Art in das Dentin zu treiben und wirksam zu machen; mit der einfachen Kontakt-

anästhesie angefangen über die Druckanästhesie bis zur Kataphorese, die in dem Abschnitt „elektrische Mittel" von mir beschrieben wird.

Die Kontaktanästhesie mit Kokain: Das Kokain ist vor ungefähr 100 Jahren entdeckt und in den Arzneischatz eingeführt worden. Man versuchte zunächst durch einfachen Kontakt mit dem sensiblen Dentin entweder in wässeriger, alkoholischer Lösung oder in Pulverform das Kokain wirksam zu machen. Das gelang aber aus vorher genannten Gründen nicht. Dann versetzte man das Kokain mit verschiedenen Zusatzmitteln, welche das Protoplasma für ein besseres Eindringen des Kokains vorbereiten sollten. So entstand nach Walkhoff das

Potaskokain und Vapokokain (1899). Letzteres ist eine 15 %ige Lösung von Kokain in Äther. Der verdampfende Äther soll in die Dentinkanälchen eindringen, wodurch das Kokain besser auf die Dentinfortsätze wirken konnte. Das ist natürlich nur eine Annahme oder besser eine Behauptung ohne Beweis. Wie Walkhoff sich den Vorgang im einzelnen vorstellt, ist aus der Literatur nicht ersichtlich. Eine noch größere Tiefenwirkung hatte das Gemisch von salpeter- oder milchsaurem Kokain, Chloroform und 1 Tropfen Salpetersäure. Die so entstandenen Kombinationen hatten alle den Nachteil, daß ein ziehender Schmerz bei der Anwendung auftrat, der deutlich bewies, daß der durch die Zusatzmittel gesetzte Reiz zunächst die eintretende Anästhesie überwog.

Nebenbei möchte ich erwähnen, daß De Terra Zahnhalskavitäten der oberen Frontzähne anästhesierte, indem er einen mit 10 %iger Kokainlösung getränkten Wattebausch 20 Minuten lang in die Nasenlöcher legte. Das ist natürlich keine eigentliche Dentinanästhesie, sondern Leitungsanästhesie.

Nachdem wir gesehen haben, daß die einfache Kontaktanästesie mit Kokain nur wenig wirksam ist, wollen wir untersuchen, ob sich mit der Druckanästhesie bessere Erfolge erzielen lassen.

Druckanästhesie mit Kokain: Das Mittel wird entweder trocken oder mit einem Tropfen destillierten Wassers in der Kavität verrieben oder aber mit dem bereits flüssigen Mittel ein Wattebausch getränkt und in die Kavität gelegt. Darüber legt man ein Stückchen Kofferdam; als Stempel dient der Stentsabdruck oder Rohkautschuk, der 1–2 Minuten in die Kavität gepreßt wird. Miller ist einer der ersten gewesen, der die Druckanästhesie demonstrierte, (1905) indem er die Höhle mit Kautschuk verschloß. Die bei der Druckanästhesie verwendeten Mittel sind Kokain in Lösung oder Kristallform, Novokain, Perkain und die Alypin-Suprareninstäbchen von Woelm, ferner die Psikain-Glyzerinwattekügelchen von Schlemmer. Bödecker empfiehlt als Druckanästhetikum Kokainphenol. Es wird hergestellt, indem 1 g Ko-

kain hydrochloricum mit 15 minims = 0,9 ccm reiner Karbolsäure angefeuchtet wird. Nach 48 Stunden entsteht eine dicke Flüssigkeit mit einem leichten Niederschlag von Kokainkristallen auf dem Boden der Flasche. Man nimmt eine kleine Menge der Flüssigkeit auf ein Wattebäuschchen und preßt es in die Kavität. Durch Verbindung beider Medikamente soll das Kokain an Toxität und die Karbolsäure ihre ätzende Eigenschaft verlieren.

Durch die Druckanästhesie ist es zwar gelungen, das Kokain wirksamer zu machen als durch die bloße Kontaktanästhesie, aber eine gegenügende Tiefenwirkung ist durch letztere trotzdem nicht erzielt worden.

Eine moderne Methode, die 1930 von Abraham veröffentlicht wurde, geht davon aus, durch erhöhte Austrocknung der Odontoplastenfortsätze die chemische Anästhesie zu verstärken. Es ist die

„Draladentmethode“.

Die warme Luft wird durch ein Gebläse erzeugt, dem ein elektrischer Heizkörper angeschlossen ist. Vermittels eines Ansatzes bringt man die erwärmte Luft an die Zahnbeinhöhle und trocknet etwa 1—2 Minuten lang das Zahnbein aus. Sodann träufelt man in die Höhle das Anästhetikum „Dralasol“. Es besteht nach Angabe des Herstellers aus mehreren Kokainersatzpräparaten, die in Alkohol und Ester gelöst wurden. (Dralasol soll übrigens kein Adrenalin enthalten, um eine Schädigung der Pulpa zu vermeiden). Die Anästhesie tritt in einer halben Minute ein und hält 4—5 Minuten an. Mit dieser Methode sollen sehr gute Erfolge erzielt worden sein. Eine Untersuchung auf diese Art vorbehandelter Zähne nach 24 Stunden und 3 Wochen auf ihre Pulpen, ergab keine Schädigung derselben. Die Draladenmethode soll alle fünf Forderungen, die Walkhoff über ein gutes Dentinanästhetikum aufgestellt hat, erfüllen, Untersuchungen von Lathwesen ergaben jedoch, daß die Tiefenwirkung von Fall zu Fall verschieden war und etwa nur bei 50 % aller Fälle ein praktischer Erfolg eintrat.

Zusammenfassend ist über die lähmenden Stoffe zu sagen, daß sie zu der Gruppe von Medikamenten gehören, die sich durch eine spezifische Wirkung auf die sensiblen Nervenelemente auszeichnen, ohne einen schädigenden Einfluß auf den cellulären Bau zu haben. Es sind dies die Alkaloide, die durch ihren lähmenden Einfluß das Dentin anästhesieren, vorausgesetzt, daß alle Bedingungen erfüllt sind, unter denen lebendes Gewebe imprägniert werden kann.

Zum Schluß der Besprechung über das Kokain möchte ich nicht versäumen, auch die hoch wirksamen Alkaloide zu erwähnen, die im Gegensatz zu Kokain und Novokain, deren toxische Wirkung gering oder überhaupt bestritten wird, stehen und eine große Giftwirkung auf lebendes

Gewebe ausüben. Die toxische Wirkung dieser Alkaloide beruht auf einer Veränderung des Körpereiweißes. Es kommt dabei zur Herabsetzung der Oxydationsvorgänge und somit zum Gewebstod. Dazu kommt, daß diese Alkaloide unbegrenzt in die Tiefe dringen. — wie wir im Folgenden sehen werden, — und die Pulpa schädigen und schließlich zum Absterben bringen. Es kann von vornherein gesagt werden, daß diese Alkaloide für die Dentinanästhesie unbrauchbar sind, aber ich will sie trotzdem besprechen, da es erstens einige Präparate und auch „Geheimmittel" gibt, die für die Dentinanästhesie empfohlen sind, die Alkaloide enthalten und zweitens, weil man oft in der Literatur lesen kann, daß das betreffende Alkaloid selbst sowohl als Pulpendevitalisationsmittel, als auch für die Dentinanästhesie gepriesen wird. — Das in der Zahnheilkunde am meisten erörterte Alkaloid ist das Nervocidin.

Das Nervocidin wurde 1899 von Dalma entdeckt. Er stellte das Mittel aus der Rinde eines hinterindischen Baumes her. Die chemische Zusammensetzung des Mittels gab Dalma nicht an. Die einen Autoren hielten es für ein schwefelsaures Salz eines Pflanzenalkaloids, andere (Dobrzyniecky) für einen salpetersauren Extrakt aus der Rinde des betreffenden Baumes. Wannenmacher-Tübingen will Arsen im Nervocidin festgestellt haben. Aber nach Untersuchungen der verschiedensten pharmakologischen Institute, die alle kein Arsen entdecken konnten, scheint es nach Dalma doch arsenfrei zu sein. Untersuchungen von Greth und Nünlist bestätigen ebenfalls, daß Nervocidin arsenfrei ist. In den Handel kommt es als gelbes Pulver, das stark hygroskopisch ist. Über die Wirkung seines Mittels sagt Dalma, daß es rein anästhetisch wirke und bei kurz dauernden Einlagen (bis 12 Stunden) keine Schädigung der Pulpa hervorrufe, wohl aber eine vollkommene Anästhesie sowohl des Dentins als auch der Pulpa. Das Nervocidin wirkt also durch das Dentin hindurch auf die Pulpa lähmend; ohne die Vitalität der Pulpa zu schädigen, ruft das Mittel eine Anämie derselben hervor. Scheff kommt ebenfalls zu der Schlußfolgerung, daß die Wirkung des Nervocidins in der Anämisierung der Pulpa liegt und der vollständigen Analgesie derselben. Dasselbe berichtet Dobrzyniecky (1924). Er will gefunden haben, daß eine Pulpa durch eine dünne Dentinschicht hindurch bereits in 1—2 Stunden unempfindlich war. Die Anästhesie der Pulpa würde längere Zeit, einige Tage, andauern. Wenn die Einlage entfernt wird, soll die Pulpa ihre normale Empfindlichkeit wieder erhalten. (Ohne daß die Pulpa dabei Schaden genommen hat? Ich werde später noch darauf zurückkommen). Maeser-Leipzig hat Nervocidin als Dentinanästhetikum verwandt und berichtet über gute Erfolge. Daraufhin hat Nünlist das Nervocidin ebenfalls auf seine Verwendbarkeit als Dentinanästhetikum untersucht. Er fand in 60 % aller Fälle völlige Unempfindlichkeit, in 26 % geringe Unempfindlichkeit, in 5 % keine analgetische Wirkung. Die

mit dem Induktionsstrom untersuchten Pulpen ergaben keine Irritationen, sie waren vital. Auf Grund dieser Befunde bezeichnet Nünlist das Nervocidin als Dentinanästhetikum verwendbar. Michel hält das Nervocidin auch für ein brauchbares Dentinanästhetikum. Er sagt außerdem, falls Schmerzen nach einer Nervocidinapplikation auftreten sollten, so ließe das auf eine bereits bestehende latente Infektion der Pulpa schließen. Arkövy erklärt das Nervocidin für ein ausgesprochnes lokales Anästhetikum, dessen analgetische Wirkung an Dauer alle bisher in Verwendung stehenden Anästhetikas bei weitem übertrifft.

Soweit über die Autoren, welche das Nervocidin für die Dentinanästhesie bei beabsichtigter Konservierung der Pulpa, als brauchbar anerkennen. Eine Reihe von Autoren aber haben durch ihre eingehenden Untersuchungen beweisen können, daß der Glaube von der Unschädlichkeit des Nervocidins ein Irrtum war.

Wannenmacher hat die mit Nervocidin behandelten Zähne auf ihre Pulpen histologisch untersucht und gefunden, daß durch das Nervocidin Veränderungen hervorgerufen wurden, die die Vitalität der Pulpen gefährden könnten. Er führte dies allerdings auf den vermeintlichen Arsengehalt des Mittels zurück. Greth stimmt dem bei, was die Veränderungen der Pulpen anbelangt, führt sie aber auf das Alkaloid selbst zurück. Greth hat das Nervocidin auf relativ dicke Dentinschichten gelegt und fand, daß er die Einlagen öfters wiederholen mußte, um eine Wirkung auf die Pulpa zu erzielen. Er folgert daraus, daß eine Wirkung durch die Dentinschicht auf die Pulpa nicht immer vorhanden ist. Auch er konnte eine starke Anämie der Pulpa feststellen. Unangenehme Nebenerscheinungen, wie sie nach Nervocidineinlagen in der Literatur beschrieben sind, (Übelkeit, Taubheit der Schleimhäute, Brennen der Zunge, herpesartige Pustelbildungen) fand Greth nicht, trotzdem sich die Patienten ein paar Mal die Nervocidineinlage herausgebissen hatten. Auch Versuche mit Hunden, denen er das Nervocidin direkt in die Zahnfleischtaschen applizierte, blieben negativ.

Wenn auch Greth das Nervocidin als gutes Dentinanästhetikum lobt, so doch mit der Einschränkung nur an solchen Zähnen, bei denen die Pulpa devitalisiert werden soll, z. B. Brückenpfeilern. Er will also auch nichts von einer Anästhesierung des Dentins durch Nervocidin wissen, bei beabsichtigter Konservierung der Pulpa.

Aeby hat an 207 Zähnen Nervocidin ausprobiert und die Pulpa auf ihre histologische Beschaffenheit untersucht. Das histologische Bild war: Extravasation von Blutkörperchen, Veränderung der Gefäßwände, Thrombenbildung, vorwiegend Anämie, aber auch Hyperämie. Ferner Veränderung der Nervenfasern, Odontoblasten und Pulpazellen überhaupt.

Weitere Untersuchungen liegen von Praeger vor. Er findet das gleiche histologische Bild wie Aeby. Die Veränderungen der Pulpa treten schon nach kurzer Liegedauer (4—12 Stunden) des Nervocidins auf. Damit ist die Annahme Dobrzynieckys hinfällig, daß die Pulpa sich wieder erholen könnte, bei nur 12 stündiger Einlage. Diese Gewebsveränderungen sind bereits der Anfang einer beginnenden Nekrose der Pulpa.

Der einzige, der auch noch später daran festhält — als die letztgenannten Autoren das Nervocidin als Dentinanästhetikum ablehnen — daß eine 12 stündige Einlage jeder Zahn vertragen könne ohne Schaden an der Pulpa zu nehmen, ist Palazzi. Es käme höchstens zu leichten Zirkulationsstörungen, die jedoch bald wieder verschwinden. Greve führt mit Recht dagegen an, daß gewisse Alkaloide, die man gleichzeitig zur Devitalisation der Pulpa gebraucht, nicht als Anästhesierungsmittel anwenden können. Bei den Pflanzenalkaloiden liegen die Verhältnisse anders als bei gewissen Ätzmitteln, die in starker Verdünnung nicht mehr gewebsschädigend sind. Die Pflanzenalkaloide können dagegen nicht so verdünnt angewandt werden, daß sie ihre Zellgiftigkeit verlieren. (Greve)

Ich denke, daß diese kurze Übersicht genügen wird, um zu einem Urteil über das Nervocidin als Dentinanästhetikum zu kommen. Wir haben gesehen, daß viele Autoren den unbedingten Nachweis der Pulpenschädlichkeit des Mittels erbracht haben. Es ist wohl nicht möglich, daß so schwere Gefäßeinwirkungen, ja Schädigung der gesamten Gewebsstruktur der Pulpa wieder verschwinden können nach dem Aufhören der Anästhesie. Es findet nicht nur eine Anämie, verbunden mit einer Lähmung der nervösen Elemente statt, sondern es ist bereits nach 4 Stunden der Einlage das Anfangsstadium des Pulpenzerfalls sichtbar, nach 12 Stunden bereits eine ausgedehnte Nekrose.

Von einer Abhandlung des Nervocidins als Pulpendevitalisationsmittel sehe ich ab, da sie mich zu weit von meinem Thema abführen würde.

Die pharmakologischen Eigenschaften des Nervocidins zeigen nach Hesse eine auffallende Ähnlichkeit mit dem Erythrophlein und Muavin.

E r y t h r o p h l e i n ist, wie das Nervocidin ein reines Alkaloid. Es wird aus der Rinde des in Zentralafrika einheimischen Baumes Erythrophleum guinense gewonnen und wird von Merk in Form des Hydrochlorids und Sulfates hergestellt.

M u a v i n ist nach Merk ebenfalls ein Alkaloid, das er 1890 aus der Rinde des Muavibaumes gewann. Alle drei Alkaloide sind von Hesse pharmakologisch untersucht. Nach seinen Untersuchungen „weist die

Elementaranalyse auf die innige Zusammengehörigkeit dieser drei Alkaloide hin."

Sowohl Erythrophlein als auch Muavin sind wenig in der zahnärztlichen Literatur genannt. Raimund Paus war der erste, welcher über die Verwendung des Erythrophleins als Pulpendevitalisationsmittel berichtet und es gleichzeitig als gutes Dentinanästhetikum lobt. Greth ist wohl der einzige, der zahlreiche Versuche mit Erythrophlein und Muavin an den Zähnen der Patienten unternommen hat und die so behandelten Zähne auch auf ihre histologische Beschaffenheit ihrer Pulpen untersucht hat. Greth hat 107 Muavineinlagen an den Zähnen vorgenommen, davon 10 auf die geschlossene Pulpa, also auf das Dentin. Uns interessiert hier nur die Wirkung der Einlagen auf das Dentin. Es traten 1—2 Stunden nach der Einlage heftige Schmerzen auf, die mehrere Stunden anhielten, um dann schließlich aufzuhören. Bei allen 10 Zähnen war nach 24 Stunden eine sehr gute Dentinanästhesie vorhanden, aber nur bei 3 Zähnen eine Pulpenanästhesie, d. h. die Entfernung des Pulpendaches nebst Exstirpation der Pulpa ging schmerzlos vor sich. Bei den übrigen 7 Zähnen war das Dentin gut anästhesiert, aber die Pulpa vollkommen vital. Greth kommt zu der Schlußfolgerung: Die nekrotisierende Wirkung des Muavins auf die Pulpen ist durch die Dentinschichten selten vorhanden. Das war die klinische Beobachtung. Wir werden später sehen, was die histologische zutage förderte.

Mit dem Erythrophlein machte Greth nur noch 5 Einlagen auf die geschlossene Dentindecke, da er, wie bei dem Muavin Schmerzen befürchtete. Er bekam das gleiche klinische Bild, wie bei dem Muavin: zunächst heftige Schmerzen, später gute Dentinanästhesie, die Pulpaanästhesie trat dagegen unregelmäßig ein.

Nun machte sich Greth daran, die Pulpen der mit Muavin und Erythrophlein behandelten Zähne histologisch zu untersuchen. Nach 24stündiger Dauer der Muavineinlagen fand er starke Gefäßerweiterung, Gefäßschädigung, Blutkörperchenaustritt, ferner Stauung und Thrombose in den Gefäßen und schließlich zahlreiche Leukozyten.

24stündige Erythrophleineinlage ergab noch sichtbarere Wirkung als beim Muavin. Die Gefäßwirkung stand wieder im Vordergrunde. Es waren weder Nervenfasern, noch Einzelheiten im Pulpengewebe zu erkennen. Das Ganze war eine einheitliche, braunrote Masse.

Abschließend möchte ich über die beiden letztgenannten Alkaloide das Gleiche sagen, wie über das Nervocidin. Schon allein die heftigen Schmerzen bei der Applikation auf das Dentin dürften genügen, um das Erythrophlein und Muavin als Dentinanästhetikum auszuscheiden, ganz abgesehen von ihrer nekrotisierenden Wirkung auf die Pulpa.

Ich möchte nochmals betonen, daß ich deshalb die hoch wirksamen Alkaloide so eingehend besprochen habe, weil sie in der Literatur des öfteren gleichzeitig als Dentinanästhetikum und als Pulpendevitalisations-mittel gepriesen werden, worin an und für sich schon ein Widerspruch liegt.

Hiermit möchte ich die chemischen Mittel verlassen und mich den physikalischen Mitteln zuwenden, die sich die Zahnheilkunde für die Dentinanästhesie nutzbar gemacht hat.

Physikalische Mittel.

Thermische Mittel: Über Anästhesie durch thermische Einflüsse hören wir bereits schon im 16. Jahrhundert. Thomas Bartholinus (1616—1680) legte Schnee auf die zu operierende Stelle, um den Schmerz zu beheben. Im 18. Jahrhundert tauchte die in Vergessenheit geratene Kälteanästhsie von Bartholinus wieder auf: Die beiden Chirurgen Lavrey und Moricheau Beaupré im Heer Napoleons fanden, daß Operationen bei großer Kälte ausgeführt, weniger schmerzhaft waren. Der erste jedoch, der eine gewisse Methodik bei der Modifikation der Temperatur hatte, war der Engländer Arnott. Seitdem wurden immer wieder Versuche zur Anästhesieierung durch progressive Kälteeinwirkung unternommen.

Für die Zahnheilkunde; speziell Dentinanästhesie, waren diese Verfahren schon rein technisch nicht anwendbar. Außerdem reagiert die Pulpa auf einen plötzlichen Temperaturwechsel sehr schmerzhaft. Auch die Anwendung von Äther und Chloräthyl erwies sich für die Dentinanästhesie als nicht brauchbar, da die plötzliche Kälteapplikation oft schmerzhafter als der Eingriff selbst war. Im Jahre 1899 ist der Chloräthylspray anläßlich einer Tagung der Zahnärzte in Dänemark vorgeführt worden, und man war damals mit der Wirkung hoch zufrieden.

Gazotherme von Fabret.

Fabret hat einen Apparat konstruiert, mit welchem die Applikation der Kälte in feinsten Intervallen vor sich geht, sodaß eine Schädigung der Pulpa ausgeschlossen ist. Die Anfangstemperaturen sollen bei 28 °C liegen, sodann beginnt langsam einschleichend die Einwirkung der Kälte. Der Apparat besteht aus einem Sauerstoff und Kohlensäurebehälter und einer Heizvorrichtung. Der Sauerstoff wird mit 1—2 Atmosphären Druck in die Zahnbeinhöhle gepreßt und je nach der Empfindlichkeit des Dentins entsprechend erwärmt. Der Sauerstoff trocknet das Dentin vollständig aus. Dann wird allmählich Kohlensäure hinzugegeben bis der zu behandelnde Zahn mit einer Reifschicht bedeckt ist und eine Temperatur bei Frontzähnen bis minus 5 °C bei Molaren bis minus 10 °C er-

reicht ist. Der Zahn wird am besten unter Kofferdam gehalten, um so zu verhüten, daß erstens Speichel oder warme Atemluft in die Kavität kommt, die die Reifschicht wieder auftauen würde; zweitens, daß die Nachbarzähne und das Zahnfleisch von der Kälte betroffen werden. Fabret betont, daß das Gazotherme-Verfahren nur gegen die Sensibilität des Dentins und nur bei Zähnen mit intakter Pulpa angewandt werden kann. Kieferle hat aber sogar pulpitische Zähne mit dem Gazotherme bis zur Pulpa schmerzlos aufbohren können, um dann Arseneinlagen machen zu können. Den Sauerstoffstrom hatte er bei pulpitischen Zähnen bis zu 40—50 °C erwärmt, bei Zähnen mit gesunder Pulpa bei Zimmertemperatur 16 °C belassen. Die Anästhesierung erfolgt in kurzer Zeit. Verfärbung des Dentins gibt es nicht. Die histologischen Forschungen Kieferles ergaben bei gewöhnlicher Dauer der Vereisung keine Schädigung der Pulpa. „Die an sich blutstrotzende Pulpa eines jungen Hundes, sieht nach 5 Minuten langer Abkühlung genau so aus wie normales Zahnmark" (Kieferle). Bei 15 Minuten Dauer der Vereisung tritt Stase und Thrombenbildung in den Blutgefäßen der Pulpa ein. Versuche, die an der Erlanger Zahnklinik unter Greves Leitung gemacht wurden, ergaben ebenfalls gute Resultate, doch kann die umständliche Anwendung und der Zeitverlust kaum eingeholt werden. Die Nachteile des Gazothermeverfahrens liegen also in der Begrenzung der Anwendungsmöglichkeiten (approximale und distale Kavitäten bei Molaren), in dem großen Zeitaufwand und den hohen Anschaffungskosten des Apparates.

Zu erwähnen ist noch Hirsch, der sich der Kälteanästhesie in all den Fällen bedient, wo er eine Injektionsanästhesie nicht machen kann. Er läßt einen immer kälterwerdenden Wasserstrahl in die Kavität rieseln, bis Dentin und Pulpa unempfindlich geworden sind — ein Verfahren, aus leicht ersichtlichen Gründen jedenfalls mit Zurückhaltung anzuwenden ist.

Elektrische Mittel.

Die Galvanokaustik: Im Jahre 1875 wendet Foster-Flagg zur Behandlung sensiblen Dentins bereits schon die Elektrizität an. Um 1900 wird viel die Galvanokaustik angewandt. Ihre Wirkung beruht, wie bei den Säuren auf Vernichtung von Substanz. Die Tiefenwirkung ist nicht zu kontrollieren, da lebende Substanz verbrannt wird. Die Applikation ist äußerst schmerzhaft und kommt deshalb für die Dentinanästhesie nicht in Frage. Walkhoff hält die Galvanokaustik mit Recht für eine technische Verbesserung des alten Glüheisens aus dem Mittelalter.

Einer besonderen Besprechung soll noch die sog. Kataphorese unterworfen werden. Der Umfang, der über dieses Kapitel erschienenen Arbeiten ist so groß, daß eine ausführliche Behandlung dieses Abschnittes

weit über den Rahmen einer Dissertation hinausgehen würde. Ich muß mich deshalb auf einige Bemerkungen beschränken, was umso eher statthaft erscheint, als diese Methode aus der Praxis wieder verschwunden ist. Worauf das beruht, wird aus den Ausführungen klar werden.

Unter Kataphoresebehandlung im allgemeinen versteht man das Einbringen von Farbmitteln, Medikamenten und ähnlichen Stoffen in das tierische Gewebe durch Vermittlung des elektrischen Stromes. Es handelt sich dabei um die Bewegung kolloider oder gelöster Teilchen gegen eine Flüssigkeit, die durch eine von außen angelegte elektromotorische Kraft erzeugt wird. Die Bewegung der gelösten Teile steht natürlich in Verbindung mit der Bewegung des Lösungsmittels.

In der Medizin versteht man meistens die Einführung von echten gelösten Teilchen, von Jonen, weshalb man auch von Jontophorese spricht.

Die Kataphorese wurde 1887 von Amerikanern in die Zahnheilkunde zur Bekämpfung sensiblen Dentins eingeführt. Der erste war Mac Graw (1887), dann folgte 10 Jahre später James Morton (1896). In Deutschland wurde die Kataphorese für die Dentinanästhesie um 1897 ein Gegenstand vieler Diskussionen. Autoren, die sich in Deutschland um die Erforschung der Kataphorese und um die Vereinfachung und Verbesserung des Apparates verdient gemacht haben, sind Morgenstern und Berten (1908). Nach Morgenstern ist die Kataphorese die Eintreibung und Fortführung einer Flüssigkeit in einen mit einem Elektrolyten erfüllten porösen Körpers vermittels des konstanten elektrischen Stromes. Sie ist also als eine elektrische Osmose aufzufassen, mit deren Hilfe das Medikament (Kokain) in das Dentin getrieben wird.

Es ist nicht gleichgültig, mit welchem Mittel gearbeitet wird, da die Stromwirkung der einzelnen Medikamente eine verschiedene ist. Doch dies läßt sich ja feststellen. Das Medikament selbst kann elektroinaktiv sein, aber die ihm als Vehikel dienende Flüssigkeit muß leitungsfähig sein. Für die Dentinanästhesie kamen in der Hauptsache Kokainlösungen in Frage. Als Lösungsmittel nimmt man Guajakol, dem man zur Erhöhung der Leitungsfähigkeit einige Tropfen Schwefelsäure zusetzt. — Andererseits entstehen aber in den Gewebszellen selbst und an ihren Grenzen Konzentrationsänderungen und Wasserverschiebungen. Das scheint beim Zahngewebe im besonderen Maße der Fall zu sein, z. B. wahrscheinlich an der Grenze von Pulpa und Dentin. —

Genauer ausgeführt, die Kataphorese ist ein elektrolytischer Prozeß, bei welchem durch Vermittlung des elektrischen Stromes ein Austausch dissoziierter freier Jonen des Körpers und der anästhetischen Flüssigkeit zustande kommt, d. h. die Anionen des Körpers (Dentin) wandern aus diesem zur positiven Elektrode, der Anode. Und die Ka-

tionen der anästhetischen Flüssigkeit von der Anode aus in den Körper (Dentin) hinein.

Dabei stellen sich allerlei Komplikationen ein. Das Dentin ist außerordentlich resistent gegenüber dem Stromdurchgang, folglich wird, wenn die Stromspannung zu groß wird, Wärme entwickelt und das Ergebnis sind Schmerzen. Deshalb ist unbedingt darauf zu achten, daß zunächst nur ganz geringe Stromstärken angewandt werden.

Beim Durchgang durch einen porösen Körper sucht sich der elektrische Strom die Stellen des geringsten Widerstandes aus. Nach Morgenstern sind es im Zahn zunächst die Dentinkanälchen mit ihren feuchten Inhaltsbestandteilen, die als Durchgangsstellen für den Strom in Frage kommen.

Der Zahn bezw. die Kavität muß sorgfältig isoliert werden, damit dem Strom alle näheren und leichter gangbaren Wege abgeschnitten werden, sodaß er gezwungen ist, in der Richtung von der Kavität zur Zahnpulpa zu fließen. Eine Berührung der Elektrode mit Zahnfleisch, Lippe und Wangenschleimhaut muß selbstverständlich vermieden werden, da sonst der Strom eine Ablenkung erfahren würde. Ebenso muß man darauf achten, daß Metallfüllungen an Nachbarzähnen isoliert werden. Für die Kataphorese scheiden also alle Zähne aus, bei denen sich eine absolute Isolation von den leitenden Stoffen nicht ermöglichen läßt. Ferner bedingt die verschiedenartige Dichtigkeit der Gewebe eine beschränkte kataphorische Tiefenwirkung. Das Zahnbein eines jungen Zahnes besitzt weit mehr und weitere Transportbahnen (Dentinkanälchen) als ältere, senile Zähne und sind daher für die Kataphorese geeigneter als die letzteren.

Die Wirkung der Kataphorese soll ausgezeichnet sein, obgleich Walkhoff behauptet, daß die Erfolge zumeist auf die Ätzwirkung der Zusatzmittel beruhen, als auf der stärkeren Durchtreibung des Kokains. Greve selbst hat den Wöbberschen Apparat ausprobiert und gute Erfolge erzielt. Er sagt aber, daß es ein sehr umständliches Verfahren sei, die Vorbereitungen sehr lange dauern (½ Stunde), außerdem ist die Apparatur sehr teuer. Letztere Gründe dürften die Ursache sein, und nicht zuletzt der Umstand, daß die physikalische und chemischen Vorgänge bei der Kataphorese derart kompliziert sind, und dem Nichtfachmann Schwierigkeiten bieten in der Verbesserung und dem weiteren Ausbau des Apparates, warum sich die Kataphorese in der Zahnheilkunde zur Dentinanästhesie nicht so eingeführt hat, wie sie es vielleicht verdient. Eine Schädigung der Pulpa ist durch sie nie festgestellt worden, ebenso keine Verfärbungen des Zahnbeines. Das Verfahren erfüllt auch sonst alle fünf Forderungen, die Walkhoff über ein gutes Dentinanästhetikum aufgestellt hat.

Hiermit möchte ich die elektrischen Mittel verlassen und mich den mechanischen Mitteln zuwenden, welche natürlich nur als Hilfsmittel betrachtet werden müssen und nicht als eigentliche Dentinanästhetikas.

Mechanische Mittel. (Hilfsmittel).

Um dem Patienten unnötige Schmerzen bei der Behandlung des sensiblen Dentins zu ersparen, soll man vor allen Dingen auf ein vollkommen trockenes Operationsfeld und auf allerschärfste Instrumente achten. Durch die Trockenlegung wird das Bohren erleichtert. Wenn der Bohrer mit Speichel und Bohrstaub verschmiert ist, wird er stumpf, die Folge ist, es wird fester aufgedrückt, es entsteht größere Wärmeentwicklung und somit größere Schmerzreaktion. Außerdem werden bei guter Austrocknung die schmerzleitenden Elemente im Dentin gelähmt, wenn auch nicht in ausreichendem Maße. Die Behandlung des Dentins soll mit allerschärfsten Exkavatoren geschehen, damit keine Quetschung des Gewebes eintritt. Um eine starke Wärmeentwicklung beim Bohren zu vermeiden, empfiehlt Walkhoff die intermittierende Rotation, d. h. den Bohrer nicht ununterbrochen auf derselben Stelle rotieren zu lassen, sondern absatzweise. Die Kavität wird sozusagen mit dem Bohrer ausgetupft. In den Pausen soll dem Gewebe Zeit gelassen werden, sich wieder abzukühlen. Zur Beseitigung der Hypersensibilität des Dentins an den Zahnhälsen empfiehlt Black nach Trockenlegung, dieselben mit Schlagpolierern zu bearbeiten. Man soll mit dieser Methode überraschende Erfolge erzielt haben. Hübner bedauert es, daß Blacks Vorschlag zu wenig befolgt wird. Im übrigen scheint diese Methode in Deutschland kaum geübt zu werden. Wenn sie wirklich so erfolgreich wäre, wie behauptet wird, würde sie doch wohl nicht so unbekannt geblieben sein.

Zusammenfassend über die physikalischen Mittel zu der Dentinanästhesie ist zu sagen, daß von den thermischen Mitteln das einzig brauchbare der Gazotherme-Apparat von Fabret ist, obgleich seine Anwendung sehr umständlich ist, von den elektrischen Mitteln die Kataphorese, aus Gründen, wie sie bei den betreffenden Mitteln von mir beschrieben sind.

Geheimmittel.

Zum Schluß meiner Arbeit möchte ich nicht versäumen ein Wort über die Geheimmittel zu sagen. Über die Mittel, deren Zusammensetzung unbekannt sind, ist allgemein zu bemerken, daß man sich davor hüten sollte, solche Mittel aufs Geratewohl an den Patienten auszuprobieren. Oft hat es sich herausgestellt, daß das „Geheimnis" dieser Mittel arsenige Säure, Formalin oder ein hochwirksames Alkaloid war. Es ist natürlich klar, daß dann eine prompte Anästhesie des Dentins

eintreten muß, aber ebenso gut wissen wir auch, daß wir damit die Pulpa geopfert haben. Von diesen Geheimmitteln gibt es sehr viele. Ich will nur drei erwähnen, weil sie uns aus obengenannten Gründen nicht interessieren. Painex von Masur empfohlen als unschädliches nie versagendes Dentinanästhetikum.

Fakir wird in neuster Zeit sehr angepriesen. Bei tieferen Kavitäten soll man mit der Dosierung vorsichtig sein. Es heißt je näher der Pulpa, desto weniger Fakir.

Pain-Killer, ein amerikanisches Geheimmittel. Es scheint wenigstens harmlos zu sein, weil man damit überhaupt keine Wirkung erzielen kann.

Auf eine zusammenfassende Kritik aller Mittel muß ich verzichten, da dies nicht gut möglich ist, da die verschiedenen Mittel auch verschieden wirken. Ich habe jeden Abschnitt und überhaupt jedes Mittel, soweit es mir möglich war, einer kritischen Würdigung unterzogen.

Für die Überlassung des Themas, sowie für die wertvollen Anregungen bei der Ausarbeitung desselben, besonders aber für die liebenswürdige Zurverfügungstellung seiner Privatbibliothek spreche ich hiermit Herrn Professor Dr. Greve meinen herzlichsten Dank aus.

Literaturverzeichnis

Aeby: Untersuchungen über die Einwirkungen des Nervocidins auf die Zahnpulpa. D.M.f.Z. 1927, S. 818.

Aiguier: Über Aufbewahrung, den Gebrauch und Anwendung von zahnärztlichen Medikamenten in der Praxis. Misch. 1929, Bd. 5, Teil II, S. 493 und 495.

Adler: Meine Erfahrung mit dem Carboflux Weski. Z. R. 1926, H. 52.

Bauchwitz: Anästhesierung des Dentins vermittels eines erwärmten Kohlensäurestrahles in Verbindung mit einem Medikament. D.z.W. 1901/2, Nr. 32, S. 332.

— Sensitives Dentin und seine Behandlung mit Kohlensäure. D.z.W. 1901.

Berten: Kataphorese, Schw.V.f.Z. 1897, H. 2, S. 173.

Davidoff: Einiges über Tiranal. Z.r. 1932, Nr. 35.

Demisch: Experimentelle Untersuchungen über die Einwirkung formalinhaltiger Medikamente. Schw.V.f.Z. 1920, S. 264.

Dieck: Über die alte Streitfrage der Existenz oder Nichtexistenz von Nervenfasern im menschlichen Zahnbein und ihre positive Lösung. Misch. 1928, Bd. 2.

Dalma: Einiges über Dentinanästhesie. Ö. U. V. f. Z. 1899, H. 2, S. 192.

Fischer: Dentinanästhesie. Misch. 1928, Bd. 4, T. I, S. 58.

— Lokalanästhesie. Misch. 1925, Bd. 1, T. I, S. 25.

— Injektionstechnik. Misch. 1931, Bd. 7, T. I, S. 82.

Frey: Dentinanästhesie. Z. f. St. 1935, S. 595.

Greve: Heilmittellehre und Toxikologie. Misch. 1929, Bd. 1, S. 620. Misch. 1930, Bd. 6, S. 528. Misch. 1928, Bd. 4, S. 590.

— Zur Kenntnis der Einwirkung der arsenigen Säure auf die Pulpa. Korr. f. Z. 1903, H. 2.

— Zur Kritik der Formalinbehandlung. W. Z. M. 1889, S. 12. W. Z. M. 1893 H. 1, S. 12—30.

— Geschichte der Formalinbehandlung. D. Z. W. 1907, S. 1021.

— Schädliche Wirkung des Formaldehyds. D. Z. W. 1913.

Gaini: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Formaldehydpräparate auf die Zahnpulpa. D. V. f. Z. 1924, S. 374.

Hampe: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung des Dentinanästhetikums Dentamo auf die Sensibilität des Dentins und die Vitalität der Pulpa. In Diss. Halle 1934.

Hille: Mittel zur Dentinanästhesie. Misch. 1931, Bd. 7, S. 567.

Hübner: Fehlgriffe in der Zahnerhaltungskunde. Misch. 1925, Bd. 2, S. 453. Misch. 1931, Bd. 7, S. 495. Misch. 1932, Bd. 8, S. 478.

Haderup: Betäubung sensitiven Dentins durch Chloräthyl. Ref. W. Z. M. 1899. H. 3, S. 178.

Hauberrisser: Narkose. Misch. 1925, Bd. 1, S. 35.

Heinemann: Was leistet Paraformaldehyd? Z. R. 1930, S. 414.

Hesse und Greth: Experimentelle und zahnärztliche Untersuchungen über Erythrophleum-Alkaloide. Ref. Fortschr. 1929, II, S. 509.

Hesse: Über das Nervocidin. Ref. Z. R. 1927, S. 717.

Hoffmann: Die klinische Verwendbarkeit des Nervocidins. Schw. V. f. Z. 1902 S. 140.

Jaswoin: Über die Bekämpfung der Empfindlichkeit des Dentins durch Trioxymethylen. Misch. 1930, Bd. 6, T. II, S. 485.

De Jonge-Cohen: Erfahrungen mit Panthesin in der Zahnheilkunde. Misch. Bd. 9, T. II, S. 86.

Jenkins: Heiße Karbolsäure. Ref. W. Z. M. 1902, Nr. 9, S. 427, Nr. 12, S. 629.

Kieferle: Dentinanästhesie unter besonderer Berücksichtigung des Gazothermeverfahrens. D. M. f. Z. U. 30/5458.

Lathwesen: Ein Beitrag zur Behandlung sensiblen Dentins. In Diss. Breslau 1932.

Lepkowski: Untersuchungen über die Anwendung des Formalins, des Formagens und des Jodoformagens in der Zahnheilkunde. W. Z. M. 1899, S. 577; 1900, S. 6.

Levin: (Payne) Über eine Paste zur Behandlung von sensiblen Zahnbeins. Misch. 1929, Bd. 5, Teil II. S. 508.

Lutsch: Anästhesiepaste nach Hans Sachs. Z. R. 1931, H. 46.

Lewinski: Dentinanästhesie. D. Z. W. 1934, S. 157.

— Hypersensitives Dentin, seine Behandlung und sein Charakter. D. Z. W. 1934, S. 162.

— Zur Behandlung empfindlicher Zahnhälse. D. Z. W. 1934, S. 178.

Mahé: Menthol, ein Mittel zur Bekämpfung der Dentinhyperästhesie. Ö. U. V. f. Z. 1900, H. 2, S. 384.

Miller: Magnisiamilch zur Anästhesierung empfindlichen Zahnbeines. Korr. f. Z. 1891, S. 369.

Mowbray: Chloralhydrat als Mittel gegen schmerzhaften Dentos. Ref. D. Z. 1870, S. 349.

Münch: Behandlung des überempfindlichen Zahnbeines. Misch. 1930, Bd. 6, S. 388.

Merz: Zur Frage der Verwendbarkeit des Formaldehyds und seiner Polymere in der konservierenden Zahnheilkunde. D. M. f. Z. 1922, S. 449.

Nünlist: Über die Anästhesierungsmethode des Dentins und der Pulpa durch das Nervocidin. Misch. 1929, Bd. 5, S. II, S. 505.

Praeger: Behandlung des empfindlichen Zahnbeines. Misch. 1930, Bd. 6, S. 328, Misch. 1931, Bd. 7, S. 368.

Schulz: Die Anästhesie des Dentins während des Ausbohrens der Kavität mit Eis. D. Z. W. 1900, S. 1503.

Schwartz: Chininum sulfuricum als Dentinanästhetikum. Ref. Ö. U. V. f. Z. 1899. F. 1, S. 85.

Sarmoff: Die Behandlung des übersensiblen Dentins mit Natrium-bicarbonicum-Glyzerinlösung. Misch. 1938, Bd. 4, T. II. S. 574.

Sicher: Behandlung von Dentinhyperästhesie. Z. f. St. 1934, S. 884.

Spitta: Beitrag zur Schmerzbekämpfung in der Zahnheilkunde. Misch. 933, Bd. 9, T. II, S. 86.

Szepelski: Zur Dentinanästhesie. Z. R. 1934, S. 30.

Tappeiner: Lehrbuch für Arzneimittellehre und Verordnungslehre.

Tojoda: Histologie des Dentins. Misch. 1933, Bd. 9, T. II, S. 224.

Triebel: Indikation des Tiranals in der konservierenden Zahnheilkunde. D. Z. W. 1934, Nr. 40.

Vonhaus: Einiges über Tiranal. Z. R. 1932, Nr. 40.

Walkhoff: Die Überempfindlichkeit des Zahnbeines und ihre Behandlung. 1922.

Wannenmacher: Über Nervocidin. D. Z. W. 1926, Nr. 4.

Lebenslauf

Ich bin am 29. Mai 1909 in Forst (Niederlausitz) als Tochter des Preußischen Staatsförsters Curt Kuba und seiner Ehefrau Flora geb. Wilke, geboren. Im Februar 1929 verließ ich die Oberrealschule in Schönlanke (Grenzmark Posen-Westpr.) mit dem Reifezeugnis. Ich widmete mich dem Studium der Zahnheilkunde in Marburg, Erlangen, Greifswald und Würzburg. In Erlangen legte ich die zahnärztliche Vorprüfung im Winter-Semester 1930/31 mit „gut" ab, in Würzburg bestand ich im Mai 1933 die Staatsprüfung mit „Sehr gut". Ich bin mit dem Zahnarzt Dr. Kurt Müller aus Münchberg verheiratet und habe eine Tochter und einen Sohn. Seit 1. September 1933 bin ich in der Praxis meines Mannes in Münchberg tätig.